

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 13 » января 20 25 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Экспериментальная механика  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 72 (2)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.04.02 Metallurgy  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Metallovedenie i tekhnologiya termicheskoy obrabotki staley  
i vysokoprechnykh spлавов  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение основных принципов и методов экспериментального определения механических характеристик конструкционных материалов, принципов работы и использования испытательных систем, средств измерений и диагностического оборудования, методик проведения механических испытаний при различных видах напряженно-деформированного состояния.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- модели механического поведения материалов;
- методики экспериментального определения механических свойств, исследования закономерностей процессов деформирования и разрушения материалов и элементов конструкций;
- современные системы для испытания материалов (электромеханические, сервогидравлические, электродинамические испытательные системы);
- средства контроля нагрузок и перемещений (датчики нагрузок и перемещений, экстензометры).

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                     | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения                                                    | Средства оценки        |
|-------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| ПК-1.5      | ИД-1 ПК-1.5       | Знает отечественный и зарубежный опыт и достижения в области механики деформирования и разрушения материалов                              | Знает отечественный и зарубежный опыт и достижения в области механики деформирования и разрушения материалов                              | Зачет                  |
| ПК-1.5      | ИД-2 ПК-1.5       | Умеет проектировать управление научно-исследовательскими работами в структурном подразделении                                             | Умеет проектировать управление научно-исследовательскими работами в структурном подразделении                                             | Индивидуальное задание |
| ПК-1.5      | ИД-3 ПК-1.5       | Владеет навыками определения перспектив развития научно-исследовательских работ в области механики деформирования и разрушения материалов | Владеет навыками определения перспектив развития научно-исследовательских работ в области механики деформирования и разрушения материалов | Индивидуальное задание |

### 3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                                            |             | 2                                  |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 24          | 24                                 |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:                                                 |             |                                    |
| - лекции (Л)                                                                               | 8           | 8                                  |
| - лабораторные работы (ЛР)                                                                 |             |                                    |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)        | 14          | 14                                 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)                                                    | 2           | 2                                  |
| - контрольная работа                                                                       |             |                                    |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)                                                | 48          | 48                                 |
| 2. Промежуточная аттестация                                                                |             |                                    |
| Экзамен                                                                                    |             |                                    |
| Дифференцированный зачет                                                                   |             |                                    |
| Зачет                                                                                      | 9           | 9                                  |
| Курсовой проект (КП)                                                                       |             |                                    |
| Курсовая работа (КР)                                                                       |             |                                    |
| Общая трудоемкость дисциплины                                                              | 72          | 72                                 |

### 4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                          | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| 2-й семестр                                                                                                                                                                                                                              |                                           |    |    |                                              |
| Введение в курс дисциплины «Экспериментальная механика материалов». Основные задачи экспериментальной механики твердого деформируемого тела.                                                                                             | 1                                         | 0  | 2  | 8                                            |
| Ознакомление с испытательным и диагностическим оборудованием научной лаборатории на примере Центра экспериментальной механики ПНИПУ.                                                                                                     |                                           |    |    |                                              |
| Параметры напряженно-деформированного состояния. Тензорная природа. Понятие напряжений и деформаций. Частные случаи НДС.                                                                                                                 | 1                                         | 0  | 3  | 10                                           |
| Модели механического поведения материалов. Понятие материальных констант. Определение изотропных и анизотропных материалов. Модели упругого поведения материалов. Обобщенный закон Гука. Модели пластического деформирования материалов. |                                           |    |    |                                              |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Л                                         | ЛР | ПЗ | СРС                                          |
| Деформационная теория малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина. Модели вязкоупругого деформирования материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2                                         | 0  | 3  | 10                                           |
| Основные механические характеристики материалов и методы их определения. Испытания на одноосное растяжение, сжатие. Испытания на изгиб и сдвиг. Условия реализации сложного напряженного состояния материала. Испытания на усталостную долговечность и циклическую трещиностойкость. Усталостные испытания при смешанных модах нагружения. Испытания на ползучесть и релаксацию. Возможности реализации повышенных и пониженных температур в опытах по определению механических характеристик. |                                           |    |    |                                              |
| Закономерности поведения материалов при динамическом воздействии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                                         | 0  | 3  | 10                                           |
| Современные системы для испытания материалов. Средства контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций. Оптический метод анализа полей деформаций. Состав и принцип работы цифровой оптической системы.                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |    |    |                                              |
| Погрешности измерений и их оценка. Доверительный интервал. Распределение Стьюдента. Аппроксимация экспериментальных данных.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2                                         | 0  | 3  | 10                                           |
| Испытания современных конструкционных материалов и конструкций в условиях комплексных механических воздействий. Метод испытаний для измерения стойкости композитов с полимерной матрицей, армированной волокном, к повреждению ударом падающим грузом. Метод испытания остаточной прочности повреждённых композиционных пластин с полимерной матрицей при сжатии.                                                                                                                              |                                           |    |    |                                              |
| ИТОГО по 2-му семестру                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8                                         | 0  | 14 | 48                                           |
| ИТОГО по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8                                         | 0  | 14 | 48                                           |

### Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                                                                                                                                                                      |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Ознакомление с испытательным и диагностическим оборудованием научной лаборатории на примере Центра экспериментальной механики ПНИПУ.                                                                                        |
| 2      | Определение механических характеристик после обработки экспериментальных данных. Определение предела прочности, модуля Юнга, коэффициента Пуассона, относительного удлинения, модуля сдвига и предела прочности при сдвиге. |

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия                              |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 3      | Расчёт коэффициента интенсивности напряжений для тел с трещинами.                   |
| 4      | Построение усталостной кривой при различных значениях амплитуды напряжений в цикле. |

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li> <li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li> <li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li> <li>4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.</li> </ol> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п                         | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)                                 | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b> |                                                                                                                                                       |                                           |
| 1                             | Писаренко Г. С., Можаровский Н.С. Уравнения и краевые задачи теории пластичности и ползучести : справочное пособие. Киев : Наукова думка, 1981. 493с. | 6                                         |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2                                                                         | Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие. 2-е изд., испр. Москва : Наука : Физматлит, 1988. 712 с.                                                                                                                      | 46 |
| 3                                                                         | Сопротивление материалов : лабораторный практикум / Вольмир А. С., Григорьев Ю. П., Марьин В. А., Станкевич А. И. 2-е изд., испр. Москва : Дрофа, 2004. 352 с.                                                                                        | 31 |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| 1                                                                         | Лабораторный практикум по сопротивлению материалов : учебное пособие для вузов / Вольмир А. С., Григорьев Ю. П., Марьин В. А., Станкевич А. И. Москва : МАИ им. С. Орджоникидзе, 1997. 352 с.                                                         | 2  |
| 2                                                                         | Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / Вильдеман В. Э., Бабушкин А. В., Третьяков М. П., Ильиных А. В., Третьякова Т. В., Ипатова А. В., Словилов С. В., Лобанов Д. С. Пермь : ПНИПУ, 2011. 164 с. 10,5 усл. печ. л. | 35 |
| <b>2.2. Периодические издания</b>                                         |                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| <b>2.3. Нормативно-технические издания</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| <b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|                                                                           | Не используется                                                                                                                                                                                                                                       |    |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы      | Наименование разработки                                                                                                                                                                                                                               | Ссылка на информационный ресурс                                                                     | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Основная литература | Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / Вильдеман В. Э., Бабушкин А. В., Третьяков М. П., Ильиных А. В., Третьякова Т. В., Ипатова А. В., Словилов С. В., Лобанов Д. С. Пермь : ПНИПУ, 2011. 164 с. 10,5 усл. печ. л. | <a href="https://elib.pstu.ru/Record/UPNRPUelib3324">https://elib.pstu.ru/Record/UPNRPUelib3324</a> | локальная сеть; свободный доступ                                                |

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО               | Наименование ПО                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| Операционные системы | Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)   |
| Офисные приложения.  | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |

| Вид ПО                                               | Наименование ПО                                              |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Прикладное программное обеспечение общего назначения | Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017 |

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

| Наименование                                                                                                                           | Ссылка на информационный ресурс                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета                                            | <a href="https://elib.pstu.ru/">https://elib.pstu.ru/</a>             |
| Образовательная платформа Юрайт                                                                                                        | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>                     |
| Электронно-библиотечная система Лань                                                                                                   | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>           |
| Электронно-библиотечная система IPRsmart                                                                                               | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>   |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс                                                                                            | локальная сеть                                                        |
| Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России" | <a href="http://325290.inkip.ru/docs">http://325290.inkip.ru/docs</a> |

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

| Вид занятий          | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Лекция               | Маркерная доска                                                                 | 1                 |
| Лекция               | ПК или ноутбук                                                                  | 1                 |
| Лекция               | Проектор                                                                        | 1                 |
| Практическое занятие | Маркерная доска                                                                 | 1                 |
| Практическое занятие | ПК или ноутбук                                                                  | 1                 |
| Практическое занятие | Проектор                                                                        | 1                 |

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|